

⑬ BUNDESREPUBLIK
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES
PATENTAMT

⑫ **Offenlegungsschrift**
⑩ **DE 44 32 666 A 1**

⑲ Aktenzeichen: P 44 32 666.1
⑳ Anmeldetag: 14. 9. 94
㉑ Offenlegungstag: 21. 3. 96

⑤① Int. Cl.⁸:
H 01 P 3/06
H 01 P 3/20
G 02 B 6/02
G 02 B 6/20
// A61B 17/22,8/00,
17/36,H04B 10/12

DE 44 32 666 A 1

⑦① Anmelder:
Laser-Medizin-Zentrum gGmbH Berlin, 12207 Berlin,
DE

⑦② Erfinder:
Erfinder wird später genannt werden

⑤④ Übertragungssystem zur kombinierten Übertragung von Laserstrahlung, Hochfrequenz und Ultraschall

DE 44 32 666 A 1

Aufgabenstellung

Es soll ein möglichst platzsparendes und flexibles Übertragungssystem zur Übertragung elektromagnetischer Energie im Radio- und Hochfrequenzbereich sowie zur Übertragung von Laserlicht- und Ultraschallenergie entwickelt werden.

Stand der Technik

Es ist grundsätzlich bekannt, daß Laserstrahlung über optische Wellenleiter in Form von sog. Faseroptiken übertragen werden kann. Dabei wird das Prinzip der sog. Totalreflexion ausgenutzt. Dabei besteht der Kern einer derartigen Faseroptik aus einem für die Nutzstrahlung transparenten Material des Brechungsindex im Kern und ist ummantelt mit mindestens einem zweiten Material, dessen Brechungsindex im Mantel kleiner ist als der Brechungsindex des Kernmaterials. Es sind nach dem Stand der Technik jedoch auch faseroptische Systeme bekannt, bei denen unter Ausnutzung des Prinzips der anomalen Dispersion eine Kapillare zur Anwendung kommt, deren Mantelmaterial in der Nähe der Nutzwellenlänge eine Absorption aufweist, wobei das Maximum dieser Absorptionsbande hinreichend weit von der Wellenlänge der Nutzstrahlung entfernt ist, so daß die verbleibende Restabsorption keine wesentliche Dämpfung der zu übertragenden Nutzstrahlung verursacht, andererseits aber dafür zu führt, daß der Realteil des Brechungsindex < 1 ist und damit die im hohlen Kern vorhandene Luft mit einem Brechungsindex von etwa 1 einen höheren Brechungsindex als das Mantelmaterial bei der Nutzwellenlänge aufweist. Es ist weiterhin bekannt aus der Patentschrift DE 43 22 955 A1 sowie aus der Schrift DE 51 15 447 C2, daß bei Verwendung von sog. Quarzglaslichtwellenleitern vom Typ Kernmantel über eine derartige Faseroptik auch Ultraschallenergie übertragen werden kann. Aus der DE 43 22 955 A1 ist ebenfalls bekannt, daß die Übertragung von Ultraschallenergie auch durch eine Quarzglaskapillare bei geeigneter Einkopplung möglich ist. Gleichzeitig zeigt diese Anmeldung, daß simultan zur Ultraschallenergie auch bei geeigneter Einkopplung die Übertragung von Laserstrahlung über denselben Wellenleiter möglich ist.

Erfindungsgemäße Lösung

Es hat sich nun überraschenderweise gezeigt, daß bei geeigneter Dimensionierung eines ultraschall- und laserlichtübertragenden Wellenleiters, wie in der DE 43 22 955 A1 beschrieben, zusätzlich auch Hochfrequenzenergie übertragen werden kann. Dazu wird erfindungsgemäß der optische Mantel (2) des Kernmantellichtwellenleiters (1) mit einer elektrisch leitenden Beschichtung (3) versehen, die ihrerseits wiederum mit einem dielektrischen weiteren Überzug (4) geschützt wird. Zusätzlich wird dieses Dielektrikum (4) seinerseits nach außen hin von einem weiteren elektrisch leitenden Material (5) umgeben, das abhängig von der zu übertragenden Hochfrequenz entweder nach dem Stand der Technik aus einem metallischen Geflecht oder aber wiederum aus einem elektrisch leitenden Überzug besteht. Dieser zweite elektrisch leitende Mantel außerhalb des ersten Dielektrikums wird seinerseits nun wiederum mit

einem Isolatormaterial (6) umgeben. Durch diesen mehrfach konzentrischen Aufbau wird erzielt, daß zwischen den zwei elektrisch leitenden Mantelschichten wie in einem Koaxialwellenleiter Hochfrequenzenergie in einem durch die Geometrie und die verwendeten Materialien bestimmten Frequenzbereich übertragen werden kann.

In einem bevorzugten Ausführungsbeispiel besteht der optische Wellenleiter aus einer sog. Quarz-Quarzfaser (7) handelsüblicher Abmessungen, der wahlweise entweder direkt mit Gold (8) beschichtet ist und anschließend zur mechanischen Stabilität mit einem harten Polymer (9), wie beispielsweise Polyamid, oder umgekehrt beschichtet wird. Auf diese Beschichtung wiederum wird das für die Hochfrequenz- oder Radiofrequenzübertragung notwendige Dielektrikum (10), vorzugsweise Polyethylen, aufgebracht. Dieses Dielektrikum wird nun seinerseits mit einem dünnen Metallgewebe (11) nach dem Stand der Technik ummantelt, das nach außen hin durch eine Isolationsschicht (12) geschützt wird. Typische Dimensionierungen sind hierbei etwa 600 µm Kerndurchmesser der Quarzfaser bei einem Außendurchmesser incl. Polyamid und Goldcoating von etwa 800 bis 900 µm, einer Dicke der Polyethylen-Ummantelung von etwa 500 µm und einer Dicke der äußeren Metallisierung incl. Isolation von weiteren 250 µm. Ist der Durchmesser des gesamten Übertragungssystem etwa 2,1 mm entsprechend F7, d. h. er entspricht den Standardmessungen medizinisch üblicher Katheter.

Erfindungsgemäß erfolgt die Einkopplung der Hochfrequenz vorzugsweise seitlich in das Übertragungssystem an einem Ort, der von der Einkopplung der Ultraschall- und Laserstrahlung die Viertelwellenbedingung der Hochfrequenz zwecks Reflexion am offenen Ende entfernt ist, so daß eine verlustfreie Einkopplung in Arbeitsrichtung gewährleistet ist.

In Weiterführung des Erfindungsgedankens kann statt des Quarzglaswellenleiters mit festem Quarzglas-kern auch eine innenverspiegelte Kapillare (13) verwendet werden, die von ihren Materialeigenschaften entweder die Möglichkeit bietet, zur Wellenleitung das Prinzip der anomalen Dispersion nach dem Stand der Technik zu nutzen oder aber auf der Innenseite elektrochemisch spiegelnd beschichtet ist, beispielsweise mit Silber und Silberjodid. Im letzteren Falle kann bereits diese Metallisierung (14) als Kern für den erfindungsgemäßen koaxialen Hochfrequenzwellenleiter genutzt werden. Im Falle der Ausnutzung der anomalen Dispersion, ist weiterhin zusätzlich außen auf der Kapillare eine Metallisierung (15) anzubringen. Ein derartiges weiterführendes System ermöglicht grundsätzlich die Übertragung sowohl infraroten Laserlichtes durch die Hohlleiter als auch sichtbaren Laserlichtes durch die transparente Glaskapillare sowie die Ultraschallübertragung durch die Glaskapillare und zusätzlich nach dem erfindungsgemäßen Prinzip die Übertragung von Hochfrequenzenergie durch den so gebildeten koaxialen Wellenleiter.

In einer weiteren vorteilhaften Ausbildung des erfindungsgemäßen Übertragungssystems wird wiederum vorzugsweise eine Quarzglaskapillare (13) verwendet, die auf ihrer Innenseite elektrochemisch zunächst mit Silber (16), sodann mit Silberjodid (17) verspiegelt ist, wie beispielsweise von Croitoru US Patent 4,930,863, June 5, 1990 zur Übertragung von CO₂- und Er:YAG-Laserstrahlung. Bei einer Dimensionierung des Innendurchmessers auf etwa 400 µm und einer Wandstärke der Glaskapillare von etwa 200 bis 250 µm wird diese

innenverspiegelte Kapillare zusätzlich außen mit einer Gold- oder Silberschicht (18) überzogen und sodann aus mechanischen Stabilitätsgründen mit einem Hartpolymer (19), wie Polyamid, geschützt. In diesem Falle wirkt das Material der Kapillare selbst als Dielektrikum für die Hochfrequenz. Damit wird eine weitere Verringerung des Außendurchmessers des Übertragungssystems auf etwa 1 mm erreicht. Damit kann ein derartiges System zusätzlich mit einem konventionellen Hochfrequenzleiter in einem typischerweise F7-Katheter platziert werden, so daß bipolare Hochfrequenzchirurgie grundsätzlich gleichzeitig zur Laser- und Ultraschallchirurgie möglich ist. Erfindungsgemäß ist selbstverständlich auch, daß anstelle bzw. parallel zu der Energieübertragung von Ultraschallaserstrahlung und Hochfrequenz auch Signalübertragung zu meßtechnischen Zwecken stattfinden kann.

Es folgt die Beschreibung der Abbildungen:

Fig. 1 Wellenleiter für Licht-, Ultraschall- und elektromagnetische Wellen;

Fig. 2 Optische Faser für Licht- und Ultraschall mit für die Übertragung von elektromagnetischen Wellen geeigneter Beschichtungen;

Fig. 3 Kapillare mit elektrisch leitenden und dielektrischen Innen- und Außenbeschichtungen für die Übertragung von Licht, Ultraschall und elektromagnetischen Wellen;

Fig. 4 Kapillare für die Licht- und Ultraschallübertragung mit elektrisch leitenden Beschichtungen, so daß die Kapillare als HF-Koaxialleiter verwendet werden kann.

Patentansprüche

1. Flexibles Übertragungssystem zur Übertragung von Laserstrahlung und Ultraschall sowie zusätzlich von Hochfrequenzstrahlung über einen optischen Wellenleiter, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Übertragung des optischen Teils in der Achse des coaxial aufgebauten Hochfrequenzwellenleiters erfolgt.

2. Übertragungssystem nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Seele des coaxialen Hochfrequenzleiters als faseroptisches Bauelement vom Typ Kernmantelfaser bzw. Gradientenindexfaser ausgelegt ist und in geeigneter Weise mit einem elektrisch leitenden Überzug versehen wird, der über ein geeignetes Dielektrikum vorzugsweise Polyethylen von einem äußeren, elektrisch leitenden und nach außen isolierten Mantel in geeignetem Abstand gehalten wird.

3. Übertragungssystem nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß als innerer Kern eine Glaskapillare als Hohlleiter für optische Strahlung verwendet wird, der seinerseits wiederum auf der äußeren Seite elektrischleitend beschichtet ist, und über ein geeignetes Dielektrikum gegen eine zweite äußere elektrischleitende Schicht und weiter nach außen hin durch einen Polymer isoliert ist.

4. Übertragungssystem nach Anspruch 1 und 3, dadurch gekennzeichnet, daß der optische Hohlleiter nach dem Prinzip der anomalen Dispersion ausgelegt ist.

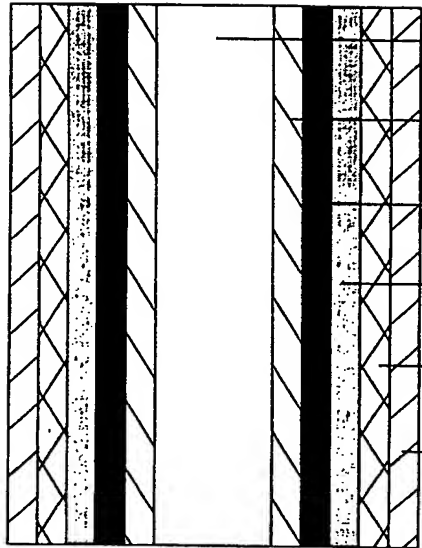
5. Übertragungssystem nach Anspruch 1 und 3, dadurch gekennzeichnet, daß der optische Hohlleiter innen durch elektrochemische Beschichtung verspiegelt ist und zur simultanen Übertragung von Infrarotlaserstrahlung im luftgefüllten Kern sowie

zur Übertragung von Laserlicht im sichtbaren Spektralbereich durch den Glasmantel genutzt wird.

6. Übertragungssystem nach den Ansprüchen 1, 3 und 5, dadurch gekennzeichnet, daß der Glasmantel zusätzlich außen elektrischleitend beschichtet ist und seinerseits, daß Dielektrikum des coaxialen Hochfrequenzleiters darstellt. Zusätzlich befindet sich außen noch eine elektrisch isolierende Stabilisierungsschicht aus einem Hartpolymer, vorzugsweise Polyamid.

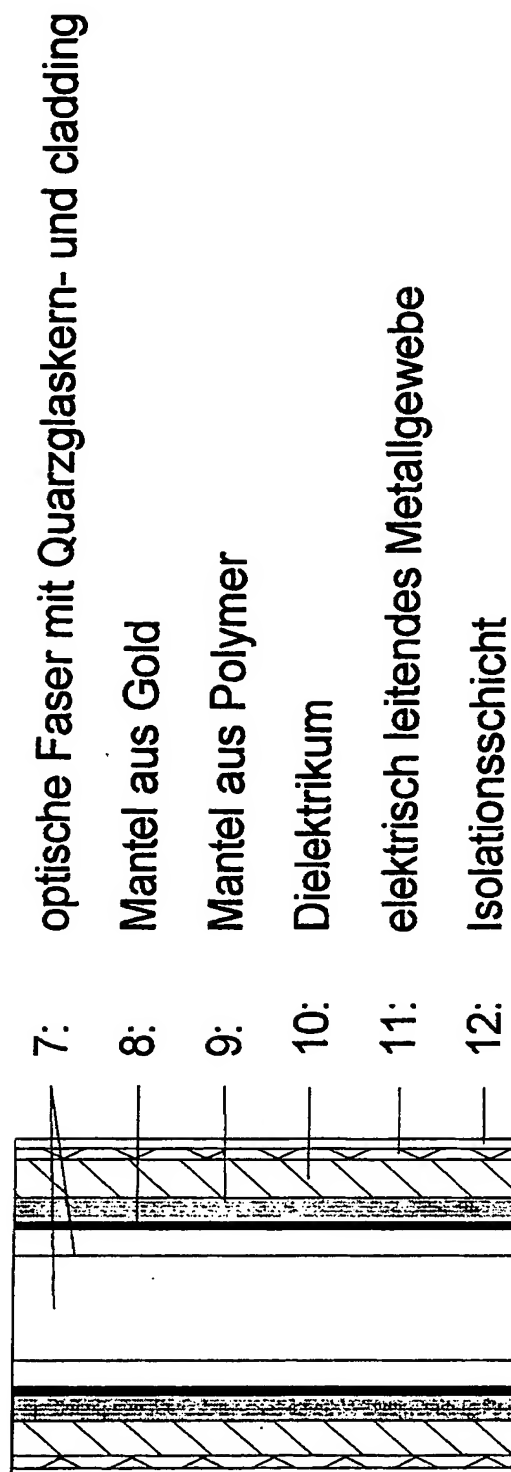
Hierzu 4 Seite(n) Zeichnungen

- Leerseite -

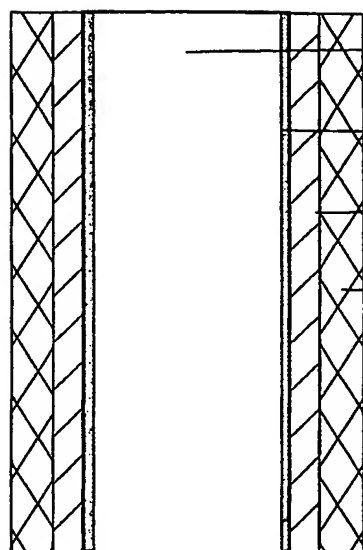


- 1: Kern des Lichtwellenleiters
- 2: optischer Mantel (Cladding)
- 3: elektrisch leitende Schicht
- 4: Dielektrikum
- 5: elektrisch leitende Schicht
- 6: Isolationsschicht

Figur 1

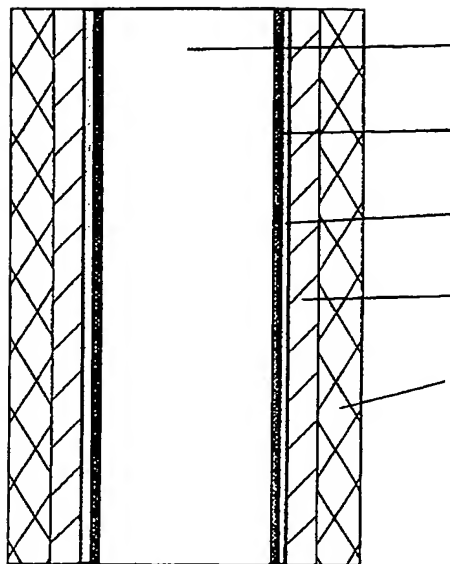


Figur 2



- 13: Kapillare
14: Silber- oder Silberjodidschicht
15: elektrisch leitende Schicht
12: Isolationsschicht

Figur 3



- 13: Kapillare
- 16: Silberschicht
- 17: Silberjodidschicht
- 18: Gold- oder Silberschicht
- 12: Isolationsschicht

Figur 4